



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 4 月 9 日
Date of Application:

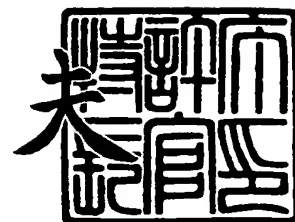
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 0 5 4 0 7
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 0 5 4 0 7]

出 願 人 シャープ株式会社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 1 月 3 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 0 4 8 2 4



【書類名】 特許願

【整理番号】 02J02608

【提出日】 平成15年 4月 9日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/60

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 鈴木 岳洋

【特許出願人】

【識別番号】 000005049

【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100080034

【弁理士】

【氏名又は名称】 原 謙三

【電話番号】 06-6351-4384

【選任した代理人】

【識別番号】 100113701

【弁理士】

【氏名又は名称】 木島 隆一

【選任した代理人】

【識別番号】 100116241

【弁理士】

【氏名又は名称】 金子 一郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003229

【納付金額】 21,000円



【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0208489

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体素子が形成された半導体基板と、

上記半導体基板上で、上記半導体素子が形成された領域である動作領域の上方に形成され、上記動作領域と電氣的に接続された第 1 配線層と、

上記半導体基板上で上記第 1 配線層の上方に形成された第 2 配線層と、

外部接続端子との電氣的接続のために、上記半導体基板上で上記第 2 配線層の上方に形成されるとともに、少なくとも一部が上記動作領域の直上に位置するように形成されたボンディングパッドとを備え、

上記第 2 配線層は上記ボンディングパッドの直下領域に複数の配線を有し、上記複数の配線のうちの所定の配線が上記ボンディングパッドと接合されている一方で、上記複数の配線のうちの上記所定の配線以外の配線である他の配線と上記ボンディングパッドとの間に絶縁膜が形成されている半導体装置において、

上記他の配線は、上記ボンディングパッドのエッジ直下を上記エッジと平行に延びることのないように形成され、

上記絶縁膜は無機絶縁膜のみからなることを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】

上記ボンディングパッドが上記外部接続端子との電氣的接続工程において応力により広がる部分の直下となる広がり領域には、上記広がる部分の広がる方向に移動するエッジと平行に延びる上記他の配線が形成されていないことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 3】

上記広がり領域の、上記ボンディングパッドの広がる方向に見た長さは、 $2\ \mu\text{m}$ ～ $3\ \mu\text{m}$ の範囲にあることを特徴とする請求項 2 に記載の半導体装置。

【請求項 4】

上記電氣的接続工程における上記ボンディングパッドと上記外部接続端子との電氣的接続はチップ・オン・ガラスによることを特徴とする請求項 2 または 3 に

記載の半導体装置。

【請求項 5】

上記電氣的接続工程における上記ボンディングパッドと上記外部接続端子との電氣的接続はチップ・オン・ボードによることを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の半導体装置。

【請求項 6】

半導体素子が形成された半導体基板と、

上記半導体基板上で、上記半導体素子が形成された領域である動作領域の上方に形成され、上記動作領域と電氣的に接続された第 1 配線層と、

上記半導体基板上で上記第 1 配線層の上方に形成された第 2 配線層と、

インナーリードボンディングによりインナーリードとの電氣的接続を行うために、上記半導体基板上で上記第 2 配線層の上方に形成されるとともに、少なくとも一部が上記動作領域の直上に位置するように形成されたボンディングパッドとを備え、

上記第 2 配線層は上記ボンディングパッドの直下領域に複数の配線を有し、上記複数の配線のうちの所定の配線が上記ボンディングパッドと接合されている一方で、上記複数の配線のうちの上記所定の配線以外の配線である他の配線と上記ボンディングパッドとの間に絶縁膜が形成されている半導体装置において、

上記他の配線は、上記インナーリードのエッジ直下を上記インナーリードの上記エッジと平行に延びることのないように形成され、

上記絶縁膜は無機絶縁膜のみからなることを特徴とする半導体装置。

【請求項 7】

上記他の配線は、上記ボンディングパッドのエッジ直下を上記ボンディングパッドの上記エッジと平行に延びることのないように形成されていることを特徴とする請求項 6 に記載の半導体装置。

【請求項 8】

上記ボンディングパッドが上記インナーリードボンディングにおいて応力により広がる部分の直下となる広がり領域には、上記広がる部分の広がる方向に移動するエッジと平行に延びる上記他の配線が形成されていないことを特徴とする請

求項 6 または 7 に記載の半導体装置。

【請求項 9】

上記広がり領域の、上記ボンディングパッドの広がる方向に見た長さは、 $2\mu\text{m}$ ～ $3\mu\text{m}$ の範囲にあることを特徴とする請求項 8 に記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体基板表面の活性領域上部に形成されたボンディングパッドを備える半導体装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

携帯電話、携帯情報端末等の、電子機器の小型軽量化に伴い、それらの機器に搭載される電子部品の高密度化が進んでいる。それに伴い、半導体装置の集積度が増大し、個々の半導体装置のチップサイズが大きくなる傾向にある。一方では、半導体装置の軽薄短小化を図るために、加工寸法の微細化が求められ、デザインルールの縮小化が行われている。

【0003】

ウェハから切り出された状態にある半導体装置は、内部に形成される活性領域と、半導体装置表面に形成されるパッド領域とに大別できる。活性領域は、トランジスタやダイオード等の半導体素子が形成された動作領域、およびそれら半導体素子を導通させるために半導体素子を半導体装置内部の所定箇所に繋げる金属配線、例えばアルミニウム (Al) 配線等の配線領域からなる。パッド領域は、電圧や信号を半導体装置の外部から活性領域に与えたり活性領域から半導体装置の外部へ与えたりするために、半導体装置外部と接続されるように形成されたバンプの領域であり、バンプにはボンディングパッドが形成される。半導体装置は、例えば液晶ドライバである場合、IC (Integrated Circuit; 集積回路) チップをフレキシブルプリント回路 (FPC; Flexible Printed Circuit) 上に実装する実装方式、いわゆる COF (Chip On FPC; チップ・オン・フレキシブルプリント回路) 実装方式で主に用いられる。液晶ドライバの場合、パッド領域は、液

晶駆動用の信号の入出力を行う領域である。

【0004】

ここで、1例としてCOF実装方式に関して、図7を用いて説明する。

【0005】

図7(a)では、半導体素子(ICチップ)301、半導体素子301の表面に形成された入出力用の端子電極302、入出力用の端子電極302上に設けられたボンディングパッド303、絶縁性フィルム基板304、絶縁性フィルム基板304の表面に形成された金属配線パターン305、およびボンディングツール306を示している。

【0006】

半導体素子301は、一般に、その表面にアルミニウムパッド等の入出力用の端子電極302が形成されており、さらに入出力用の端子電極302上に厚さ10 μ m~18 μ m程度のボンディングパッド303が形成されている。一方、半導体素子301が実装されるフレキシブルプリント配線板は、ポリイミド樹脂やポリエステル等のプラスチック絶縁材料を主材料とした絶縁フィルム基板(フィルム基板)304上に金属配線パターン305が形成された構造となっている。

【0007】

まず、COF実装方式では、このボンディングパッド303が形成された半導体素子301を、図7(a)に示すように、絶縁フィルム基板304上に形成された金属配線パターン305に対して位置合わせする。即ち、ボンディングパッド303が金属配線パターン305上の所定の位置と合致するように位置合わせを行う。

【0008】

ここで、金属配線パターン305は、主体が銅(Cu)等の導電性物質からなり、該導電性物質の表面には錫(Sn)メッキや金(Au)メッキ等のメッキが施されている。なお、金属配線パターン305には、インナーリード、アウターリード、中間リードなどの種別があるが、ここではその種別は関係ないので詳細な説明は省略する。

【0009】

また、絶縁性フィルム基板 304 は、帯状の形態をしており、テープキャリアとも呼ばれている。その両側縁には送り孔が所定の間隔であけられ、長手方向に移動可能となっている。

【0010】

この絶縁性フィルム基板 304 と半導体素子 301 との位置合わせを行った後、ボンディングパッド 303 と、絶縁性フィルム基板 304 の表面に形成された金属配線パターン 305 とを、ボンディングツール 306 を用いて熱圧着させ、図 7 (b) に示すように接合する。この接続方法は、一般に、インナーリードボンディング (ILB; Inner Lead Bonding) と称されている。

【0011】

この ILB を行った後、図示しないが、半導体素子 301 が、エポキシ樹脂やシリコン樹脂等の材料で樹脂封止される。樹脂封止は、ノズルにより半導体素子 301 の周囲に樹脂を塗布し、リフロー方式等により熱を加えて樹脂を硬化させる方法で行われる。その後、半導体素子 301 が実装された部分を絶縁性フィルム基板 304 より打ち抜き、個別の半導体装置 (集積回路) として液晶表示パネル等を実装される。

【0012】

以上が、半導体装置をパッケージングする方法についての説明である。

【0013】

従来の通常の半導体装置では、ボンディングパッドは、動作領域には形成されず、動作領域の周辺部に設けられている。これは、Au バンプと外部接続端子とを接合する際の機械的な圧力や、熱ストレス等による応力がボンディングパッドを介して動作領域に印加されないようにするためである。尚、液晶ドライバ等のボンディングパッドは、現状では、典型的には $50\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ のピッチ (間隔) で半導体素子周辺部に形成されており、ピッチにもよるが、典型的には $40\mu\text{m} \times 90\mu\text{m}$ の長方形である。

【0014】

現在、半導体装置は、高密度化、集積度の増大化により、素子間を結ぶ金属パターンが複雑化する傾向にあり、また、配線層を何層も重ねる多層配線構造が主

流となっている。それに伴い、半導体装置を外部端子と接続するための端子数も 500 個に達している。そのため、端子であるボンディングパッドの領域（パッド領域）が動作領域以外に存在すると、端子数の増加に従って動作領域以外の領域の面積が増大し、半導体装置のサイズも大きくなり、携帯電話や PDA（Personal Digital Assistant；携帯情報機器）等の軽薄短小化に逆行することとなる。

【0015】

そこで、半導体装置の縮小化の手法として、半導体装置の動作領域の直上にボンディングパッドを形成する手法が提案されている。この手法は、『エリアパッド』と称されている。以下、半導体装置の動作領域の直上に形成されたボンディングパッドを『エリアパッド』と称する。

【0016】

エリアパッドに関する従来技術について以下に説明する。

【0017】

特許文献 1 に開示された 2 層配線構造の半導体装置におけるエリアパッドの形成例を、図 8 に基づいて説明する。

【0018】

図 8 に示すように、半導体素子 120 が形成された領域である動作領域を有するシリコン基板 101 と、シリコン基板 101 上に形成され、上記動作領域と電氣的に接続された第 1 配線層 102（配線領域の一部）と、第 1 配線層 102 の上方に層間絶縁膜 106 を介して形成された第 2 配線層 107（配線領域の一部）と、第 2 配線層 107 の上方に、少なくとも一部が上記動作領域の直上となる位置に形成された、外部との電氣的接続のためのボンディングパッド 112 とを備えている。ボンディングパッド 112 は、バリアメタル 113 と金バンプ 114 とを備えている。バリアメタル 113 は、ボンディングパッド 112 の下端部（ボンディングパッド 112 の、第 2 配線層 107 との接合面の近傍部分）に形成されている。半導体素子 120 は、MOS（Metal Oxide Semiconductor；金属酸化膜半導体）トランジスタであり、シリコン基板 101 の表層に形成されたソース領域として機能する不純物拡散層や、ドレイン領域として機能する不純物拡

散層等からなっている。

【0019】

半導体素子120の構造については、後述する本発明の特徴部分に直接関係ないため、詳細な説明を省略し、他の構成要素についてのみ詳細に説明する。すなわち、ここでは、動作領域と電氣的に接続されている第1配線層102、およびその上に形成された各構成についてのみ詳細に説明する。

【0020】

第1配線層102は、アルミニウム等の導電体からなる単層または複層からなっている。第1配線層102は、動作領域上に絶縁膜を介して形成されており、複数の配線からなっている。第1配線層102の配線の一部は、動作領域とコンタクトホールを介して接続されている。第1配線層102の上部には、第1配線層102と第2配線層107とを絶縁する（電氣的に未接続とする）ために層間絶縁膜106が形成されている。

【0021】

層間絶縁膜106は、シリコン基板101側よりシリコン酸化膜106a／SOG膜106b／シリコン酸化膜106cの順番に積層されている。SOG膜106bは第1配線層102により発生した表面の凹凸を平坦化するべく形成されている。シリコン酸化膜106a・106cは、例えば500nm程度の厚さで形成される。

【0022】

第2配線層107も、第1配線層102と同様、アルミニウム等の導電体により形成されており、単層または複層からなっている。第2配線層107は、ボンディングパッド112の直下領域に配置され、互いに絶縁された複数の配線からなる。同図には、これら複数の配線として配線107a・107b・107cが示されている。配線107aは、ボンディングパッド112と接続されている。配線107b・107cは、ボンディングパッド112との間に保護膜108およびポリイミド膜110が介在するように形成された層である。保護膜108およびポリイミド膜110には、ボンディングパッド112と配線107aとの接合のための開口部109・111が設けられている。また、配線107bは、層

間絶縁膜 106 のビアホールを介して第 1 配線層 102 の一部と接続されている。

【0023】

ボンディングパッド 112 は、これら開口部 109・111 を通して第 2 配線層 107 の配線の一部である配線 107a と接続されている。また、ボンディングパッド 112 と接続されている配線 107a の接合面はボンディングパッド 112 の平面寸法（シリコン基板 1 上に投影した正射影の寸法）よりもかなり小さくなっている。このため、ボンディングパッド 112 の直下領域における、第 2 配線層 107 とボンディングパッド 112 との接合面以外の領域に、配線 107b・107c という、配線 107a 以外の配線である他の配線を配置することが可能となっている。なお、エリアパッドを備える特許文献 1 以前の半導体装置では、配線層とボンディングパッド（突起電極）との接合面積はボンディングパッドの断面積と同程度である。これに対し、特許文献 1 の半導体装置では、第 2 配線層 107 とボンディングパッド 112 との接合面積を小さくして、第 2 配線層 107 の配線の自由度を増している。

【0024】

また、保護膜 108 とポリイミド膜 110 は、前述した配線 107b・107c とボンディングパッド 112 との間を含め、第 2 配線層 107 とボンディングパッド 112 との接合面以外のボンディングパッド 112 と第 2 配線層 107 との間に、互いを絶縁する（電氣的に未接続とする）ために形成されている。ポリイミド膜 110 の形状は、第 2 配線層 107 とボンディングパッド 112 との接合面からボンディングパッド 112 の外周に行くにつれ、傾斜している形状となっている。このポリイミド膜 110 は、第 2 配線層 107 の配線 107b・107c とボンディングパッド 112 とを電氣的に絶縁する絶縁膜としての役割と、ボンディングパッド 112 に COF 等を実装する際の荷重や圧力等によるストレスを軽減し、ボンディングパッド 112 の下方の第 1 配線層 102 や第 2 配線層 107 にダメージを与えないようにするための緩衝材としての役割とを担っている。

【0025】

【特許文献 1】

特開 2002-198374 号公報 (2002 年 7 月 12 日公開)

【0026】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述したような、半導体素子が形成されている領域である動作領域の上方に第 1 配線層および第 2 配線層を備え、第 2 配線層の上方にさらにボンディングパッドを備えた半導体装置においては、ボンディングパッドに荷重がかかることにより、ボンディングパッドと第 2 配線層との間の絶縁膜に亀裂が入ることがあるという問題がある。以下に、このことについて説明する。

【0027】

図 9 は、このような半導体装置の構成を簡略化して第 2 配線層より上側だけ図示したものである。同図において、ボンディングパッド 201 の直下領域に第 2 配線層 202 が形成されており、第 2 配線層 202 は、ボンディングパッド 201 と接続されていることによりこれと同電位になっているパッドメタル 203 と、ボンディングパッド 201 と絶縁されていることによりこれと異電位になっている他の配線 204…とにより形成されている。また、パッドメタル 203 は、図 8 では配線 107a に相当している。更に、第 2 配線層 202 とボンディングパッド 201 との間には、ボンディングパッド 201 と他の配線 204…とを絶縁するための無機絶縁膜 205 が形成されており、パッドメタル 203 上の無機絶縁膜 205 はボンディングパッド 201 とパッドメタル 203 との導通をとるために開口されている。

【0028】

上記の構成の半導体装置においては、第 2 配線層 202 とボンディングパッド 201 との間の無機絶縁膜 205 は、第 2 配線層 202 の形状のとおり凹凸を形成してしまう。無機絶縁膜 205 に凹凸があると、上部からのストレスがボンディングパッド 201 を介して加わったときに無機絶縁膜 205 に亀裂 211 が入ることがある。無機絶縁膜 205 に亀裂 211 が入ると、水分が染み込み、その水分が染み込んだ箇所に電流が流れることにより腐食し、最終的には断線する可能性がある。もしくは、亀裂 211 部の水分が媒体となり、ボンディングパッ

ド 201 と絶縁されるべき箇所がボンディングパッド 201 とショートを起こしたり、目的外の箇所を電流が流れるリーク不良を発生させたりする可能性がある。

【0029】

特に、他の配線 204 が、ボンディングパッド 201 のエッジ 201 a 直下に形成される場合や、該半導体装置の I L B を行う際にインナーリード 208 のエッジ 208 a 直下に形成される場合に、エッジ 201 a 直下およびエッジ 208 a 直下の両方あるいはいずれか一方に亀裂 211 が入りやすいことが分かっている。ボンディングパッド 201 のエッジ 201 a は C O G (C h i p O n G l a s s ; チップ・オン・ガラス) 実装、C O F 実装においても上方からのストレスにより最も応力が加わりやすい箇所である。

【0030】

更に、C O F 実装の一例として、ボンディングパッド 201 のサイズが $40\mu\text{m} \times 90\mu\text{m}$ であるものに関して、荷重 $150\text{N} \sim 200\text{N}$ 、温度 $380^\circ\text{C} \sim 430^\circ\text{C}$ において I L B を実施した場合、四方八方に $2\mu\text{m}$ 程度ボンディングパッド 201 が広がることを確認されている。つまり、上方からの応力に加えて横方向にも応力が印加されることとなる。図 9 の広がり部 201 b は、ボンディングパッド 201 の横に広がった部分を示している。

【0031】

従って、実装時にボンディングパッド 201 のエッジ 201 a より $2\mu\text{m} \sim 3\mu\text{m}$ 程度外側には上方および横方向より応力が加わり、実装前にエッジ 201 a 直下、およびエッジ 201 a 直下より $2\mu\text{m} \sim 3\mu\text{m}$ 程度外側に他の配線 204 が存在すると亀裂 211 が入りやすくなる。

【0032】

更に、C O F 実装のように I L B を実施する場合は、I L B 前にインナーリード 208 のエッジ 208 a 直下およびその外側近辺に他の配線 204 が存在すると亀裂の原因となる。

【0033】

このように、T C P (Tape Carrier Package ; テープ・キャリア・パッケージ

）、COF、COGに係わらず、半導体装置のパッケージングを行う場合は、ボンディングパッド201の電氣的接続を行うことにより、上述した応力によって無機絶縁膜205に亀裂が入りやすい。また、TCP、COFのようにインナーリード208を用いてパッケージングを行う場合にも、インナーリード208から同様の応力が加わることによって、無機絶縁膜205に亀裂が入りやすい。

【0034】

上述の亀裂の発生を回避させるために、特許文献1では、図8に示したように、ボンディングパッド112と第2配線層107との間の絶縁層の一部にポリイミド膜110などの有機高分子膜を設け、ボンディングパッド112側から第2配線層107に加わる衝撃を緩和するようにしている。しかし、ポリイミド膜110は第2配線層107の上方に形成されており、第2配線層107とボンディングパッド112との接合面からボンディングパッド112の外周に向かうにつれて傾斜する形状となっている。そのため、ポリイミド膜110の上部にあるボンディングパッド112の下面の形状は、外側が高く中心部が低いものになってしまう。ボンディングパッド112の下面が平坦でないと、ボンディングパッド112と第2配線層107との良好な接続が不可能となり、接合不良という新たな問題が発生する。

【0035】

また、バリアメタル113は、金バンプ114とパッドメタル4およびポリイミド膜110との界面に形成されるが、ポリイミド膜110は、有機絶縁材料であるので、バリアメタル113との密着力が小さい。そのため、ボンディングパッド112が、バリアメタル113とポリイミド膜110との界面から外的圧力により剥がれてしまう可能性がある。

【0036】

本発明は、上記従来の問題点に鑑みなされたものであり、その目的は、ボンディングパッドと第2配線層および絶縁膜との密着性が良好であり、かつ、ボンディングパッドに上方からストレスが加わっても、ボンディングパッドと第2配線層との間の絶縁膜に亀裂が入ることを回避することのできる半導体装置を提供することにある。

【 0 0 3 7 】

【課題を解決するための手段】

本発明の半導体装置は、上記課題を解決するために、半導体素子が形成された半導体基板と、上記半導体基板上で、上記半導体素子が形成された領域である動作領域の上方に形成され、上記動作領域と電氣的に接続された第 1 配線層と、上記半導体基板上で上記第 1 配線層の上方に形成された第 2 配線層と、外部接続端子との電氣的接続のために、上記半導体基板上で上記第 2 配線層の上方に形成されるとともに、少なくとも一部が上記動作領域の直上に位置するように形成されたボンディングパッドとを備え、上記第 2 配線層は上記ボンディングパッドの直下領域に複数の配線を有し、上記複数の配線のうちの所定の配線が上記ボンディングパッドと接合されている一方で、上記複数の配線のうちの上記所定の配線以外の配線である他の配線と上記ボンディングパッドとの間に絶縁膜が形成されている半導体装置において、上記他の配線は、上記ボンディングパッドのエッジ直下を上記エッジと平行に延びることのないように形成され、上記絶縁膜は無機絶縁膜のみからなることを特徴としている。

【 0 0 3 8 】

上記の発明によれば、ボンディングパッドと外部接続端子との電氣的接続が行われるときに、ボンディングパッドに上方からストレスが加わったとしても、第 2 配線層が有する他の配線がボンディングパッドのエッジ直下を該エッジと平行に延びることのないように形成されるので、該エッジ直下の絶縁膜が該エッジと平行に延びるような他の配線によって凹凸を形成することがなく、この部分の絶縁膜に亀裂が入りにくい。

【 0 0 3 9 】

また、上記絶縁膜は無機絶縁膜のみからなるため、ポリイミド膜などの有機絶縁材料を用いていた場合とは異なって、絶縁膜が平坦になるとともに、ボンディングパッドの絶縁膜との界面にバリアメタルを設けた場合にボンディングパッドと絶縁膜との密着力が損なわれることはない。その結果、ボンディングパッドと第 2 配線層の所定の配線との密着性、およびボンディングパッドと絶縁膜との密着性は良好になる。

【0040】

以上により、ボンディングパッドと第2配線層および絶縁膜との密着性が良好であり、かつ、ボンディングパッドに上方からストレスが加わっても、ボンディングパッドと第2配線層との間の絶縁膜に亀裂が入ることを回避することのできる半導体装置を提供することができる。

【0041】

さらに本発明の半導体装置は、上記課題を解決するために、上記ボンディングパッドが上記外部接続端子との電氣的接続工程において応力により広がる部分の直下となる広がり領域には、上記広がる部分の広がる方向に移動するエッジと平行に延びる上記他の配線が形成されていないことを特徴としている。

【0042】

上記の発明によれば、ボンディングパッドが外部接続端子と電氣的に接続される工程で応力によって広がったとしても、ボンディングパッドが広がった部分の直下となる広がり領域には、広がる部分の広がる方向に移動するエッジと平行に延びる他の配線が形成されていないので、この広がり領域においても絶縁膜に亀裂が入ることを回避することができる。

【0043】

さらに本発明の半導体装置は、上記課題を解決するために、上記広がり領域の、上記ボンディングパッドの広がる方向に見た長さは、 $2\mu\text{m} \sim 3\mu\text{m}$ の範囲にあることを特徴としている。

【0044】

上記の発明によれば、半導体装置の実装においてボンディングパッドが外部接続端子と電氣的に接続されるときに絶縁膜の亀裂の回避が、 $2\mu\text{m} \sim 3\mu\text{m}$ という典型的な範囲の広がり領域に対応したものとなる。

【0045】

さらに本発明の半導体装置は、上記課題を解決するために、上記電氣的接続工程における上記ボンディングパッドと上記外部接続端子との電氣的接続はチップ・オン・ガラスによることを特徴としている。

【0046】

上記の発明によれば、チップ・オン・ガラスによりボンディングパッドが外部接続端子と電氣的に接続されるときに、絶縁膜に亀裂が入ることを回避することができる。

【0047】

さらに本発明の半導体装置は、上記課題を解決するために、上記電氣的接続工程における上記ボンディングパッドと上記外部接続端子との電氣的接続はチップ・オン・ボードによることを特徴としている。

【0048】

上記の発明によれば、チップ・オン・ボードによりボンディングパッドが外部接続端子と電氣的に接続されるときに、絶縁膜に亀裂が入ることを回避することができる。

【0049】

また、本発明の半導体装置は、上記課題を解決するために、半導体素子が形成された半導体基板と、上記半導体基板上で、上記半導体素子が形成された領域である動作領域の上方に形成され、上記動作領域と電氣的に接続された第1配線層と、上記半導体基板上で上記第1配線層の上方に形成された第2配線層と、インナーリードボンディングによりインナーリードとの電氣的接続を行うために、上記半導体基板上で上記第2配線層の上方に形成されるとともに、少なくとも一部が上記動作領域の直上に位置するように形成されたボンディングパッドとを備え、上記第2配線層は上記ボンディングパッドの直下領域に複数の配線を有し、上記複数の配線のうちの所定の配線が上記ボンディングパッドと接合されている一方で、上記複数の配線のうちの上記所定の配線以外の配線である他の配線と上記ボンディングパッドとの間に絶縁膜が形成されている半導体装置において、上記他の配線は、上記インナーリードのエッジ直下を上記インナーリードの上記エッジと平行に延びることのないように形成され、上記絶縁膜は無機絶縁膜のみからなることを特徴としている。

【0050】

上記の発明によれば、ボンディングパッドにインナーリードボンディングによりインナーリードとの電氣的接続が行われるときに、ボンディングパッドに上方

からストレスが加わったとしても、第2配線層が有する他の配線がインナーリードのエッジ直下を該エッジと平行に延びることのないように形成されるので、該エッジ直下の絶縁膜が該エッジと平行に延びるような他の配線によって凹凸を形成することがなく、この部分の絶縁膜に亀裂が入りにくい。

【0051】

また、上記絶縁膜は無機絶縁膜のみからなるため、ポリイミド膜などの有機絶縁材料を用いていた場合とは異なって、絶縁膜が平坦になるとともに、ボンディングパッドの絶縁膜との界面にバリアメタルを設けた場合にボンディングパッドと絶縁膜との密着力が損なわれることはない。その結果、ボンディングパッドと第2配線層の所定の配線との密着性、およびボンディングパッドと絶縁膜との密着性は良好になる。

【0052】

以上により、ボンディングパッドと第2配線層および絶縁膜との密着性が良好であり、かつ、ボンディングパッドに上方からストレスが加わっても、ボンディングパッドと第2配線層との間の絶縁膜に亀裂が入ることを回避することのできる半導体装置を提供することができる。

【0053】

さらに本発明の半導体装置は、上記課題を解決するために、上記他の配線は、上記ボンディングパッドのエッジ直下を上記ボンディングパッドの上記エッジと平行に延びることのないように形成されていることを特徴としている。

【0054】

上記の発明によれば、ボンディングパッドのエッジ直下の絶縁膜に亀裂が入ることを回避することができる。

【0055】

さらに本発明の半導体装置は、上記課題を解決するために、上記ボンディングパッドが上記インナーリードボンディングにおいて応力により広がる部分の直下となる広がり領域には、上記広がる部分の広がる方向に移動するエッジと平行に延びる上記他の配線が形成されていないことを特徴としている。

【0056】

上記の発明によれば、ボンディングパッドがインナーリードボンディングで応力によって広がったとしても、ボンディングパッドが広がった部分の直下となる広がり領域には、広がる部分の広がる方向に移動するエッジと平行に延びる他の配線が形成されていないので、この広がり領域において絶縁膜に亀裂が入ることを回避することができる。

【0057】

さらに本発明の半導体装置は、上記課題を解決するために、上記広がり領域の、上記ボンディングパッドの広がる方向に見た長さは、 $2\mu\text{m}$ ～ $3\mu\text{m}$ の範囲にあることを特徴としている。

【0058】

上記の発明によれば、半導体装置の実装においてボンディングパッドがインナーリードボンディングにより電氣的に接続されるときに亀裂の回避が、 $2\mu\text{m}$ ～ $3\mu\text{m}$ という典型的な範囲の広がり領域に対応したものとなる。

【0059】

【発明の実施の形態】

本発明の半導体装置の実施の形態について、図1ないし図6に基づいて説明すれば、以下の通りである。

【0060】

まず、図6を用いて、本実施の形態に係る半導体装置の基本的構成を述べる。

【0061】

図6は、本実施の形態の半導体装置としての半導体集積回路11の断面図である。半導体集積回路11は、表面付近にトランジスタ16を有する半導体素子が形成された、半導体基板としてのシリコン基板14上を備えている。トランジスタ16はMOSトランジスタであり、シリコン基板14の表層には、ソース領域とドレイン領域とからなる領域が存在する。半導体素子の構成は、本発明の特徴部分には直接関係なく、また、一般的な構成であるため、詳細な説明を省くこととする。

【0062】

また、上記半導体素子は絶縁膜19によって覆われている。シリコン基板14

上で上記半導体素子が形成された領域を動作領域15とする。動作領域15は、上記半導体素子が動作する領域である。動作領域15の上方には上記絶縁膜19を介して第1配線層17が形成されている。第1配線層17は複数の配線を有しており、アルミニウム等の導電体からなる単層または複層からなっている。複層の場合、例えば、シリコン基板側から、300nm程度のTiW層、600nm程度のAlSi層の順番に形成されている。また、第1配線層17の一部は、絶縁膜19に設けられたコンタクトホール20を介して、動作領域15と、すなわち、半導体素子と電氣的に接続されている。

【0063】

さらに、第1配線層17の上方には層間絶縁膜18が形成されており、さらに層間絶縁膜18の上方に第2配線層2が形成されている。

【0064】

層間絶縁膜18は、第1配線層17と第2配線層2とを互いに電氣的に絶縁状態（未接続）とするための絶縁膜である。層間絶縁膜18は、シリコン基板14側より、シリコン酸化膜、塗布シリコン酸化膜（SOG膜;Spin On Glass）、シリコン酸化膜の順番に膜が積層されたものである。塗布シリコン酸化膜（SOG膜）は、第1配線層17により発生した凹凸を平坦化するべく形成されている。シリコン酸化膜は、CVD（Chemical Vapor Deposition；化学蒸着法）法等の堆積法により、例えば500nm程度の厚さで形成されている。また、層間絶縁膜18には、第1配線層17と第2配線層2とを電氣的に接続させるためのビアホール21が設けられている。

【0065】

第2配線層2は互いに絶縁された複数の配線を有している。このうちの所定の配線はパッドメタル4となっており、上記複数の配線は該パッドメタル4と、パッドメタル4以外の配線である他の配線12…とからなる。他の配線12…のうちの所定のものは、上記ビアホール21を介して第1配線層17の一部と接続されている。他の配線12の残りの配線は、第1配線層17と絶縁されている。第2配線層2は、アルミニウム等の導電体により形成されており、単層または複層からなっている。複層の場合、例えば、シリコン基板側から、150nm程度の

TiW層、1000nm程度のAlSi層の順番に形成されている。

【0066】

上記絶縁膜19、第1配線層17、層間絶縁膜18、および第2配線層2が形成されている領域は配線領域であり、この配線領域と前記動作領域とで半導体集積回路11の活性領域が形成されている。

【0067】

第2配線層2の上方にはボンディングパッド1が形成されている。ボンディングパッド1は、少なくとも一部が動作領域の直上となるように形成されている。すなわち、ボンディングパッド1を上方から見ると、少なくとも一部が動作領域と重なるようになっており、ボンディングパッド1はエリアパッドとなっている。ボンディングパッド1は、外部接続端子と電氣的接続を行うための接続部である。前記第2配線層2が有する複数の配線はこのボンディングパッド1の直下領域に形成されている。該複数の配線のうちのパッドメタル4はボンディングパッド1と接続され、これと同電位になっている。また、他の配線12…はボンディングパッド1とは接続されておらず、これと異電位になっている。なお、第2配線層2は、上記複数の配線の他に、ボンディングパッド1の直下領域以外の下方領域に配線を有していてもよい。

【0068】

他の配線12とボンディングパッド1との間には、互いを絶縁するための絶縁膜5が形成されている。絶縁膜5は無機絶縁膜のみからなっており、CVD法等の堆積法により形成される酸化シリコン膜や窒化シリコン膜等の堆積膜である。絶縁膜5は、例えば、厚さ400nmのSiO₂膜と、厚さ720nmのSiN膜との2層で形成されている。

【0069】

絶縁膜5には、第2配線層2のパッドメタル4とボンディングパッド1との接続のための開口部6が形成されている。ボンディングパッド1の直下領域に位置する第2配線層2の複数の配線に対応する絶縁膜5には、開口部6以外の開口部は形成されていない。

【0070】

また、図示しないが、ボンディングパッド1の、絶縁膜5およびパッドメタル4との界面にはバリアメタルが形成されている。ボンディングパッド1は、バリアメタルを介して第2配線層2のパッドメタル4と接合される。バリアメタルは、第2配線層2を構成する材料とボンディングパッド1を構成する金等の材料とが反応することを阻止する高融点金属である。

【0071】

ボンディングパッド1、絶縁膜5、およびバリアメタルは半導体集積回路11のパッド領域を形成している。

【0072】

次に、第2配線層2の配置の仕方について、種々の実施例を挙げて説明する。

【0073】

〔実施例1〕

図1に、半導体集積回路11の第1の実施例である半導体集積回路11aの構成を示す。

【0074】

図1(a)は半導体集積回路11aをボンディングパッド1側から見た透視平面図であり、ボンディングパッド1周辺部の第2配線層2の形成箇所を示している。図1(b)は図1(a)のA-A断面図である。なお、図1(b)では、半導体集積回路11aの第2配線層2の下方にある部分の図示を省略してある。

【0075】

半導体集積回路11aは、特にCOF、TCP等のようにILBによってボンディングパッド1を外部接続端子であるインナーリードと接合する方式が採用されるものである。図1(a)・(b)は、ILBの終了後の状態を示している。

【0076】

図1(a)において、ボンディングパッド1は直方体形状をなしており、上方から見ると長方形をなす。ボンディングパッド1の下方にはボンディングパッド1と同電位であるパッドメタル4と、ボンディングパッド1とは異電位である他の配線12…とが形成されている。半導体集積回路11aは、実装においてILBにより、ボンディングパッド1がその上面で外部接続端子としてのインナーリ

ード 8 と電氣的に接続されるようになっている。

【0077】

半導体集積回路 11a では、他の配線 12 は、ボンディングパッド 1 の上記長方形の長手方向と平行に延びるように形成されている。インナーリード 8 は、ボンディングパッド 1 の直方体の側面として上記長方形の短辺方向に対向する 2 つのエッジ 7a・7b 間の距離よりも短い幅で、かつパッドメタル 4 の全てを直下に臨むよう、ボンディングパッド 1 上にこれと長手方向が一致するように配置されている。インナーリード 8 の上記幅を決める、対向する 2 つのエッジ 9a・9b のうち、ボンディングパッド 1 のエッジ 7a に近い側のエッジ 9a はエッジ 7a よりもエッジ 7b 側に寄っており、ボンディングパッド 1 のエッジ 7b に近い側のエッジ 9b はエッジ 7b よりもエッジ 7a 側に寄っている。他の配線 12 は、ボンディングパッド 1 のエッジ 7a・7b の直下と、インナーリード 8 のエッジ 9a・9b 直下とを避けて形成されており、各エッジ直下は他の配線 12 がわからない無配線領域となっている。そして、他の配線 12 の形成可能領域を、図 1(a)・(b) に示すように、各エッジ直下を除いた、ボンディングパッド 1 のエッジ 7a 直下とインナーリード 8 のエッジ 9a 直下との間の領域 13a、および、ボンディングパッド 1 のエッジ 7b 直下とインナーリード 8 のエッジ 9b 直下との間の領域 13b としている。従って、他の配線 12 は、全て領域 13a・13b の範囲内に納まっている。

【0078】

ボンディングパッド 1 のエッジ 7a・7b およびインナーリード 8 のエッジ 9a・9b は、例えば COF、TCP 実装の際に最も応力が加わる箇所である。このことを具体的に述べると以下のとおりである。

【0079】

COF 実装の場合、半導体素子裏面より荷重と熱を加え、ボンディングパッド 1 を、外部接続端子である配線、つまりインナーリード 8 と接合するが、その際、ボンディングパッド 1 に上方より応力が加わる。このとき、ボンディングパッド 1 のエッジ直下に形成される他の配線 12 のうちでも、このエッジと平行に延びる他の配線 12 が形成されていると、これによって該エッジ直下の絶縁膜 5 が

凹凸を形成することにより、該他の配線 12 が形成されている箇所の絶縁膜 5 に亀裂が入ることが分かった。従って、上述のように、他の配線 12 の形成可能領域を、各エッジ直下を除いた、領域 13 a および領域 13 b とし、他の配線 12 を、ボンディングパッド 1 のエッジ 7 a・7 b 直下およびインナーリード 8 のエッジ 9 a・9 b 直下を、それぞれのエッジと平行に延びることのないように形成した。これにより、絶縁膜 5 に亀裂が入ることを回避することができる。また、このとき、他の配線 12 は、ボンディングパッド 1 のエッジ 7 a・7 b とは直交する側面をなすエッジに対してはこれと直交する方向に延びており、該エッジ直下の絶縁膜 5 に亀裂が入ることはない。

【0080】

なお、ILB 時において、ボンディングパッド 1 のエッジ 7 a・7 b 直下でのみ他の配線 12 による絶縁膜 5 の亀裂が問題となる場合には、エッジ 7 a・7 b 直下のみを避けて他の配線 12 を形成するようにしてもよい。また、ILB 時において、インナーリード 8 のエッジ 9 a・9 b 直下でのみ他の配線 12 による絶縁膜 5 の亀裂が問題となる場合には、エッジ 9 a・9 b 直下のみを避けて他の配線 12 を形成するようにしてもよい。どのエッジの直下を避けて他の配線 12 を形成するかは、必要に応じて選択すればよいことである。

【0081】

また、ILB 時には、ボンディングパッド 1 に上方より応力が加わる以外に、上部からの応力によりボンディングパッド 1 が四方八方に広がる応力が加わり、ボンディングパッド 1 が横方向に広がる。この様子を図 2 に示す。同図に示すように、ボンディングパッド 1 は ILB によって、紙面上側に示す ILB 前の状態から、紙面下側に示す ILB 後の状態となり、その時にエッジ 7 a 側に広がったボンディングパッド 1 の部分が広がり部 10 a であり、エッジ 7 b 側に広がったボンディングパッド 1 の部分が広がり部 10 b である。COF 実装等ではボンディングパッド 1 が $2\mu\text{m}$ ～ $3\mu\text{m}$ 横方向に広がった状態で実装が行われる。つまり、ボンディングパッド 1 の広がり部 10 a・10 b は、ILB 時に上方および横方向よりストレスが印加される箇所である。

【0082】

既出の図9に示す様に、ILBを行う前にはボンディングパッド1の直下領域以外の方下領域にあった配線が、ILBを行うことでボンディングパッド1の広がり部201bの直下の領域に入って他の配線12となる場合、すなわち、ILBを行う前に、広がり部201bの直下の領域である広がり領域に結果的に他の配線12となる配線を形成した場合は、該他の配線12上の無機絶縁膜205に亀裂211が入る可能性がある。亀裂211が入ることにより、他の配線12の断線、または、他の配線12とボンディングパッド1とのショート、リーク不良が発生する可能性がある。

【0083】

一例であるが、ILB条件を通常量産条件より、荷重を高くした場合、広がり部201bの直下の領域である広がり領域に形成した場合亀裂211が発生することが確認されている。上記条件は量産時のILB条件ではないが、マージンが狭くなる傾向であると考え、本実施例では、図2に示すように、ボンディングパッド1の広がり部10aの直下の領域である広がり領域25a、および、広がり部10bの直下の領域である広がり領域25bも無配線領域とした。すなわち、ILB前にボンディングパッド1の直下領域以外の方下領域にあった配線が、ILB時に広がり部10a・10bの直下に入ることによって他の配線12とならないように、広がり領域25a・25bを避けて他の配線12を形成した。これにより、広がり領域25aには、広がり部10aの広がる方向に移動するエッジ7aと平行に延びる他の配線12が、広がり領域25bには、広がり部10bの広がる方向に移動するエッジ7bと平行に延びる他の配線12が、それぞれ形成されていないようにした。

【0084】

本実施例の半導体集積回路11aによれば、ILBによりボンディングパッド1がインナーリード8という外部接続端子と電気的接続が行われるときに、ボンディングパッド1に上方からストレスが加わったとしても、第2配線層2が有する他の配線12がボンディングパッド1のエッジ7a・7b直下には形成されていない、従ってエッジ7a・7b直下をこれらのエッジと平行に延びることのないように形成されている。これにより、エッジ7a・7b直下の絶縁膜5がエッ

ジ 7 a・7 b と平行に延びるような他の配線 1 2 によって凹凸を形成することがなく、この部分の絶縁膜 5 に亀裂が入りにくい。

【0085】

また、半導体集積回路 1 1 a によれば、ボンディングパッド 1 に I L B によりインナーリード 8 との電氣的接続が行われるときに、ボンディングパッド 1 に上方からストレスが加わったとしても、第 2 配線層 2 が有する他の配線 1 2 がインナーリード 8 のエッジ 9 a・9 b 直下には形成されていない、従ってエッジ 9 a・9 b 直下をこれらのエッジと平行に延びることのないように形成されている。これにより、エッジ 9 a・9 b 直下の絶縁膜 5 がエッジ 9 a・9 b と平行に延びるような他の配線によって凹凸を形成することがなく、この部分の絶縁膜 5 に亀裂が入りにくい。

【0086】

その結果、他の配線 1 2 上の絶縁膜 5 に I L B 時の応力で発生する亀裂の発生率を軽減することができ、水分の染み込みを防ぐことができる。従って、水分が染み込んだ箇所に電流が流れることにより他の配線 1 2 が腐食したり、断線したりすることを防ぐことが可能となる。また、亀裂部に染み込んだ水分が媒体となってボンディングパッド 1 と他の配線 1 2 とがショートを起こしたり、ボンディングパッド 1 と他の配線 1 2 との間でのリーク不良を起こしたりすることを防ぐことが可能となる。

【0087】

また、絶縁膜 5 は無機絶縁膜のみからなるため、ポリイミド膜などの有機絶縁材料を用いていた場合とは異なって、絶縁膜 5 が平坦になるとともに、ボンディングパッド 1 の絶縁膜 5 との界面にバリアメタルを設けた場合にボンディングパッド 1 と絶縁膜 5 との密着力が損なわれることはない。その結果、ボンディングパッド 1 と第 2 配線層 2 のパッドメタル 4 との密着性、およびボンディングパッド 1 と絶縁膜 5 との密着性は良好になる。

【0088】

以上のように、半導体集積回路 1 1 a は、ボンディングパッド 1 と第 2 配線層 2 および絶縁膜 5 との密着性が良好であり、かつ、ボンディングパッド 1 に上方

からストレスが加わっても、ボンディングパッド1と第2配線層2との間の絶縁膜5に亀裂が入ることを回避することのできる半導体装置である。

【0089】

さらに、半導体集積回路11aによれば、ボンディングパッド1がILBで応力によって広がったとしても、他の配線12は、広がり部10a・10bの直下となる広がり領域25a・25bを避けて形成されている、従って広がり領域25a・25bには、広がり部10a・10bの広がる方向に移動するエッジ7a・7bと平行に延びる他の配線12が形成されていないので、この広がり領域25a・25bにおいて絶縁膜5に亀裂が入ることを回避することができる。

【0090】

また、その場合、広がり領域25a・25bのそれぞれの、ボンディングパッド1の広がる方向に見た長さを、 $2\mu\text{m}\sim 3\mu\text{m}$ の範囲とすることにより、半導体集積回路11aの実装においてボンディングパッド1がILBにより電氣的に接続されるときに絶縁膜5の亀裂の回避が、 $2\mu\text{m}\sim 3\mu\text{m}$ という典型的な範囲の広がり領域25a・25bに対応したものとなる。

【0091】

〔実施例2〕

図3に、半導体集積回路11の第2の実施例である半導体集積回路11bの構成を示す。

【0092】

図3(a)は半導体集積回路11bをボンディングパッド1側から見た透視平面図であり、ボンディングパッド1周辺部の第2配線層2の形成箇所を示している。図3(b)は図3(a)のB-B断面図である。なお、図3(b)では、半導体集積回路11bの第2配線層2の下方にある部分の図示を省略してある。

【0093】

半導体集積回路11bは、特にCOF、TCP等のようにILBによってボンディングパッド1を外部接続端子であるインナーリードと接合する方式が採用されるものである。図3(a)・(b)は、ILBの終了後の状態を示している。

【0094】

本実施例でも、実施例 1 と同様に COF、TCP 等の ILB によってボンディングパッド 1 のエッジ 7 a・7 b 直下およびインナーリード 8 のエッジ 9 a・9 b 直下の絶縁膜 5 に亀裂が入ることを回避するようにしている。半導体集積回路 11 b では、他の配線 12 は、ボンディングパッド 1 のエッジ 7 a・7 b 直下と、インナーリード 8 のエッジ 9 a・9 b 直下とを避けて形成されており、各エッジ直下は他の配線 12 がかからない無配線領域となっている。そして、他の配線 12 の形成可能領域を、図 3 (a)・(b) に示すように、インナーリード 8 のエッジ 9 a・9 b 直下を除いた、エッジ 9 a とエッジ 9 b との間の領域である領域 26 としている。従って、他の配線 12 …は、全て領域 26 の範囲内に納まっており、ボンディングパッド 1 のエッジ 7 a 直下とインナーリード 8 のエッジ 9 a 直下との間の領域、および、ボンディングパッド 1 のエッジ 7 b 直下とインナーリード 8 のエッジ 9 b 直下との間の領域も無配線領域となっている。

【0095】

更に、他の配線 12 を、本実施の形態で示したようなインナーリード 8 の直下の領域 26 内と、実施の形態 1 で示したようなボンディングパッド 1 のエッジ 7 a とインナーリード 8 のエッジ 9 a との間の領域 13 a 内や、エッジ 7 b とエッジ 9 b との間の領域 13 b 内との両方に設けてもよい。

【0096】

本実施例の半導体集積回路 11 b によれば、ILB によりボンディングパッド 1 がインナーリード 8 という外部接続端子と電氣的接続が行われるときに、ボンディングパッド 1 に上方からストレスが加わったとしても、第 2 配線層 2 が有する他の配線 12 がボンディングパッド 1 のエッジ 7 a・7 b 直下には形成されていない、従ってエッジ 7 a・7 b 直下をこれらのエッジと平行に延びることのないように形成されている。これにより、エッジ 7 a・7 b 直下の絶縁膜 5 がエッジ 7 a・7 b と平行に延びるような他の配線 12 によって凹凸を形成することがなく、この部分の絶縁膜 5 に亀裂が入りにくい。

【0097】

また、半導体集積回路 11 b によれば、ボンディングパッド 1 に ILB によりインナーリード 8 との電氣的接続が行われるときに、ボンディングパッド 1 に上

方からストレスが加わったとしても、第2配線層2が有する他の配線12がインナーリード8のエッジ9a・9b直下には形成されていない、従ってエッジ9a・9b直下をこれらのエッジと平行に延びることのないように形成されている。これにより、エッジ9a・9b直下の絶縁膜5がエッジ9a・9bと平行に延びるような他の配線によって凹凸を形成することがなく、この部分の絶縁膜5に亀裂が入りにくい。

【0098】

その結果、他の配線12上の絶縁膜5にILB時の応力で発生する亀裂の発生率を軽減することができ、水分の染み込みを防ぐことができる。従って、水分が染み込んだ箇所に電流が流れることにより他の配線12が腐食したり、断線したりすることを防ぐことが可能となる。また、亀裂部に染み込んだ水分が媒体となってボンディングパッド1と他の配線12とがショートを起こしたり、ボンディングパッド1と他の配線12との間でのリーク不良を起こしたりすることを防ぐことが可能となる。

【0099】

また、絶縁膜5は無機絶縁膜のみからなるため、ポリイミド膜などの有機絶縁材料を用いていた場合とは異なって、絶縁膜5が平坦になるとともに、ボンディングパッド1の絶縁膜5との界面にバリアメタルを設けた場合にボンディングパッド1と絶縁膜5との密着力が損なわれることはない。その結果、ボンディングパッド1と第2配線層2のパッドメタル4との密着性、およびボンディングパッド1と絶縁膜5との密着性は良好になる。

【0100】

以上のように、半導体集積回路11bは、ボンディングパッド1と第2配線層2および絶縁膜5との密着性が良好であり、かつ、ボンディングパッド1に上方からストレスが加わっても、ボンディングパッド1と第2配線層2との間の絶縁膜5に亀裂が入ることを回避することのできる半導体装置である。

【0101】

また、実施例1で説明した図2のように、他の配線12を広がり部10a・10bの直下となる広がり領域25a・25bを避けて形成することにより、この

広がり領域 25a・25bにおいて絶縁膜5に亀裂が入ることを回避することができる。

【0102】

また、その場合、広がり領域 25a・25bのそれぞれの、ボンディングパッド1の広がる方向に見た長さを、 $2\mu\text{m}\sim 3\mu\text{m}$ の範囲とすることにより、半導体集積回路11bの実装においてボンディングパッド1がILBにより電氣的に接続されるとき絶縁膜5の亀裂の回避が、 $2\mu\text{m}\sim 3\mu\text{m}$ という典型的な範囲の広がり領域 25a・25bに対応したものとなる。

【0103】

〔実施例3〕

図4に、半導体集積回路11の第3の実施例である半導体集積回路11cの構成を示す。

【0104】

図4(a)は半導体集積回路11cをボンディングパッド1側から見た透視平面図であり、ボンディングパッド1周辺部の第2配線層2の形成箇所を示している。図4(b)は図4(a)のC-C断面図である。なお、図4(b)では、半導体集積回路11cの第2配線層2の下方にある部分の図示を省略してある。

【0105】

実施例1および2は、COF、TCP等のようにILBを実施する実装形態のものに関する実施例であったが、本実施例ではILBを実施しないCOG、COB(Chip On Board;チップ・オン・ボード)実装形態のものに関する実施例である。図4(a)・(b)は、COG、COB実装によるボンディングの終了後の状態を示している。

【0106】

基本的にはCOF実装で示した内容と同様であるが、COGやCOB実装はインナーリードを外部接続端子とせず、例えばCOGではガラス基板上のITO膜22にフリップチップボンディングして接合する形式である。よって、図1および図3に示すような、ボンディングパッド上にエッジを有するインナーリードの、エッジ直下への無配線領域は必要としない。

【0107】

従って、半導体集積回路 11c では、ボンディングパッド 1 のエッジ 7a・7b 直下を無配線領域として、他の配線 12…をエッジ 7a・7b 直下を避けて形成し、エッジ 7a・7b 直下を除いた、エッジ 7a とエッジ 7b との間の領域である領域 27 を他の配線 12…の形成可能領域としている。

【0108】

また、一例であるが、COG 実装時の 2 倍程度の荷重を加えた場合、ボンディングパッド 1 は四方八方に $2\mu\text{m} \sim 3\mu\text{m}$ 程度広がり、その直下に他の配線 12 が形成されていると、絶縁膜 5 に亀裂が発生する事が確認されている。

【0109】

そこで、外部接続端子との接合時、つまり、ITO 膜 22 との接合時の応力によりボンディングパッド 1 が広がる箇所の直下にある領域は無配線領域とする。図 5 は、ボンディングパッド 1 が、紙面上側に示す COG や COB の実施前の状態から、COG や COB の実施によって紙面下側に示すように応力により横方向に広がる様子を表している。同図に示すように、ボンディングパッド 1 のエッジ 7a 側の広がり部 30a 直下となる広がり領域 28a、および、エッジ 7b 側の広がり部 30b 直下となる広がり領域 28b は無配線領域とし、他の配線 12 を形成しない。

【0110】

本実施例の半導体集積回路 11c によれば、COG や COB によりボンディングパッド 1 が ITO 膜 22 などの外部接続端子と電氣的接続が行われるときに、ボンディングパッド 1 に上方からストレスが加わったとしても、第 2 配線層 2 が有する他の配線 12 がボンディングパッド 1 のエッジ 7a・7b 直下には形成されていない、従ってエッジ 7a・7b 直下をこれらのエッジと平行に延びることのないように形成されている。これにより、エッジ 7a・7b 直下の絶縁膜 5 がエッジ 7a・7b と平行に延びるような他の配線 12 によって凹凸を形成することがなく、この部分の絶縁膜 5 に亀裂が入りにくい。

【0111】

その結果、他の配線 12 上の絶縁膜 5 に COG や COB による応力で発生する

亀裂の発生率を軽減することができ、水分の染み込みを防ぐことができる。従って、水分が染み込んだ箇所に電流が流れることにより他の配線 12 が腐食したり、断線したりすることを防ぐことが可能となる。また、亀裂部に染み込んだ水分が媒体となってボンディングパッド 1 と他の配線 12 とがショートを起こしたり、ボンディングパッド 1 と他の配線 12 との間でのリーク不良を起こしたりすることを防ぐことが可能となる。

【0112】

また、絶縁膜 5 は無機絶縁膜のみからなるため、ポリイミド膜などの有機絶縁材料を用いていた場合とは異なって、絶縁膜 5 が平坦になるとともに、ボンディングパッド 1 の絶縁膜 5 との界面にバリアメタルを設けた場合にボンディングパッド 1 と絶縁膜 5 との密着力が損なわれることはない。その結果、ボンディングパッド 1 と第 2 配線層 2 のパッドメタル 4 との密着性、およびボンディングパッド 1 と絶縁膜 5 との密着性は良好になる。

【0113】

以上のように、半導体集積回路 11c は、ボンディングパッド 1 と第 2 配線層 2 および絶縁膜 5 との密着性が良好であり、かつ、ボンディングパッド 1 に上方からストレスが加わっても、ボンディングパッド 1 と第 2 配線層 2 との間の絶縁膜 5 に亀裂が入ることを回避することのできる半導体装置である。

【0114】

さらに、半導体集積回路 11c によれば、ボンディングパッド 1 が COG や COB で応力によって広がったとしても、他の配線 12 は、広がり部 30a・30b の直下となる広がり領域 28a・28b を避けて形成されている、従って広がり領域 28a・28b には、広がり部 30a・30b の広がる方向に移動するエッジ 7a・7b と平行に延びる他の配線 12 が形成されていないので、この広がり領域 28a・28b において絶縁膜 5 に亀裂が入ることを回避することができる。

【0115】

また、その場合、広がり領域 28a・28b のそれぞれの、ボンディングパッド 1 の広がる方向に見た長さを、 $2\mu\text{m} \sim 3\mu\text{m}$ の範囲とすることにより、半導

体集積回路 11c の実装においてボンディングパッド 1 が COG や COB により電氣的に接続されるとき、絶縁膜 5 の亀裂の回避が、 $2\mu\text{m} \sim 3\mu\text{m}$ という典型的な範囲の広がり領域 28a・28b に対応したものとなる。

【0116】

【発明の効果】

本発明の半導体装置は、以上のように、半導体素子が形成された半導体基板と、上記半導体基板上で、上記半導体素子が形成された領域である動作領域の上方に形成され、上記動作領域と電氣的に接続された第 1 配線層と、上記半導体基板上で上記第 1 配線層の上方に形成された第 2 配線層と、外部接続端子との電氣的接続のために、上記半導体基板上で上記第 2 配線層の上方に形成されるとともに、少なくとも一部が上記動作領域の直上に位置するように形成されたボンディングパッドとを備え、上記第 2 配線層は上記ボンディングパッドの直下領域に複数の配線を有し、上記複数の配線のうちの所定の配線が上記ボンディングパッドと接合されている一方で、上記複数の配線のうちの上記所定の配線以外の配線である他の配線と上記ボンディングパッドとの間に絶縁膜が形成されている半導体装置において、上記他の配線は、上記ボンディングパッドのエッジ直下を上記エッジと平行に延びることのないように形成され、上記絶縁膜は無機絶縁膜のみからなる構成である。

【0117】

それゆえ、他の配線がボンディングパッドのエッジ直下を該エッジと平行に延びることのないように形成されるので、該エッジ直下の絶縁膜が該エッジと平行に延びるような他の配線によって凹凸を形成することがなく、この部分の絶縁膜に亀裂が入りにくい。また、上記絶縁膜は無機絶縁膜のみからなるため、ボンディングパッドと第 2 配線層の所定の配線との密着性、およびボンディングパッドと絶縁膜との密着性は良好になる。

【0118】

以上により、ボンディングパッドと第 2 配線層および絶縁膜との密着性が良好であり、かつ、ボンディングパッドに上方からストレスが加わっても、ボンディングパッドと第 2 配線層との間の絶縁膜に亀裂が入ることを回避することのでき

る半導体装置を提供することができるという効果を奏する。

【0119】

さらに本発明の半導体装置は、以上のように、上記ボンディングパッドが上記外部接続端子との電氣的接続工程において応力により広がる部分の直下となる広がり領域には、上記広がる部分の広がる方向に移動するエッジと平行に延びる上記他の配線が形成されていない構成である。

【0120】

それゆえ、ボンディングパッドが外部接続端子と電氣的に接続される工程で応力によって広がったとしても、広がり領域においても絶縁膜に亀裂が入ることを回避することができるという効果を奏する。

【0121】

さらに本発明の半導体装置は、以上のように、上記広がり領域の、上記ボンディングパッドの広がる方向に見た長さは、 $2\mu\text{m}\sim 3\mu\text{m}$ の範囲にある構成である。

【0122】

それゆえ、半導体装置の実装においてボンディングパッドが外部接続端子と電氣的に接続されるときに絶縁膜の亀裂の回避が、 $2\mu\text{m}\sim 3\mu\text{m}$ という典型的な範囲の広がり領域に対応したものとなるという効果を奏する。

【0123】

さらに本発明の半導体装置は、以上のように、上記電氣的接続工程における上記ボンディングパッドと上記外部接続端子との電氣的接続はチップ・オン・ガラスによる構成である。

【0124】

それゆえ、チップ・オン・ガラスによりボンディングパッドが外部接続端子と電氣的に接続されるときに、絶縁膜に亀裂が入ることを回避することができるという効果を奏する。

【0125】

さらに本発明の半導体装置は、以上のように、上記電氣的接続工程における上記ボンディングパッドと上記外部接続端子との電氣的接続はチップ・オン・ボー

ドによる構成である。

【0126】

それゆえ、チップ・オン・ボードによりボンディングパッドが外部接続端子と電氣的に接続されるときに、絶縁膜に亀裂が入ることを回避することができるという効果を奏する。

【0127】

また、本発明の半導体装置は、以上のように、半導体素子が形成された半導体基板と、上記半導体基板上で、上記半導体素子が形成された領域である動作領域の上方に形成され、上記動作領域と電氣的に接続された第1配線層と、上記半導体基板上で上記第1配線層の上方に形成された第2配線層と、インナーリードボンディングによりインナーリードとの電氣的接続を行うために、上記半導体基板上で上記第2配線層の上方に形成されるとともに、少なくとも一部が上記動作領域の直上に位置するように形成されたボンディングパッドとを備え、上記第2配線層は上記ボンディングパッドの直下領域に複数の配線を有し、上記複数の配線のうちの所定の配線が上記ボンディングパッドと接合されている一方で、上記複数の配線のうちの上記所定の配線以外の配線である他の配線と上記ボンディングパッドとの間に絶縁膜が形成されている半導体装置において、上記他の配線は、上記インナーリードのエッジ直下を上記インナーリードの上記エッジと平行に延びることのないように形成され、上記絶縁膜は無機絶縁膜のみからなる構成である。

【0128】

それゆえ、第2配線層が有する他の配線がインナーリードのエッジ直下を該エッジと平行に延びることのないように形成されるので、該エッジ直下の絶縁膜が該エッジと平行に延びるような他の配線によって凹凸を形成することがなく、この部分の絶縁膜に亀裂が入りにくい。また、上記絶縁膜は無機絶縁膜のみからなるため、ボンディングパッドと第2配線層の所定の配線との密着性、およびボンディングパッドと絶縁膜との密着性は良好になる。

【0129】

以上により、ボンディングパッドと第2配線層および絶縁膜との密着性が良好

であり、かつ、ボンディングパッドに上方からストレスが加わっても、ボンディングパッドと第2配線層との間の絶縁膜に亀裂が入ることを回避することのできる半導体装置を提供することができるという効果を奏する。

【0130】

さらに本発明の半導体装置は、以上のように、上記他の配線は、上記ボンディングパッドのエッジ直下を上記ボンディングパッドの上記エッジと平行に延びることのないように形成構成である。

【0131】

それゆえ、ボンディングパッドのエッジ直下の絶縁膜に亀裂が入ることを回避することができるという効果を奏する。

【0132】

さらに本発明の半導体装置は、以上のように、上記他の配線は、上記ボンディングパッドが上記インナーリードボンディングにおいて応力により広がる部分の直下となる広がり領域には、上記広がる部分の広がる方向に移動するエッジと平行に延びる上記他の配線が形成されていない構成である。

【0133】

それゆえ、ボンディングパッドがインナーリードボンディングで応力によって広がったとしても、広がり領域において絶縁膜に亀裂が入ることを回避することができるという効果を奏する。

【0134】

さらに本発明の半導体装置は、以上のように、上記広がり領域の、上記ボンディングパッドの広がる方向に見た長さは、 $2\mu\text{m} \sim 3\mu\text{m}$ の範囲にある構成である。

【0135】

それゆえ、半導体装置の実装においてボンディングパッドがインナーリードボンディングにより電氣的に接続されるときに亀裂の回避が、 $2\mu\text{m} \sim 3\mu\text{m}$ という典型的な範囲の広がり領域に対応したものとなるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の形態の第1の実施例に係る半導体装置の構成を示すものであり、(a)は透視平面図、(b)は(a)のA-A断面図である。

【図2】

図1の半導体装置のボンディングパッドがILBによって広がる様子を示す断面図である。

【図3】

本発明の実施の形態の第2の実施例に係る半導体装置の構成を示すものであり、(a)は透視平面図、(b)は(a)のB-B断面図である。

【図4】

本発明の実施の形態の第3の実施例に係る半導体装置の構成を示すものであり、(a)は透視平面図、(b)は(a)のC-C断面図である。

【図5】

図1の半導体装置のボンディングパッドがCOGやCOBによって広がる様子を示す断面図である。

【図6】

本発明の実施の形態に係る半導体装置の基本構成を示す断面図である。

【図7】

(a)および(b)は、従来の半導体装置のCOF実装方式によるILBを説明する断面図である。

【図8】

従来の半導体装置の構成を示す断面図である。

【図9】

従来の半導体装置の実装時において絶縁膜に亀裂が発生することを説明する断面図である。

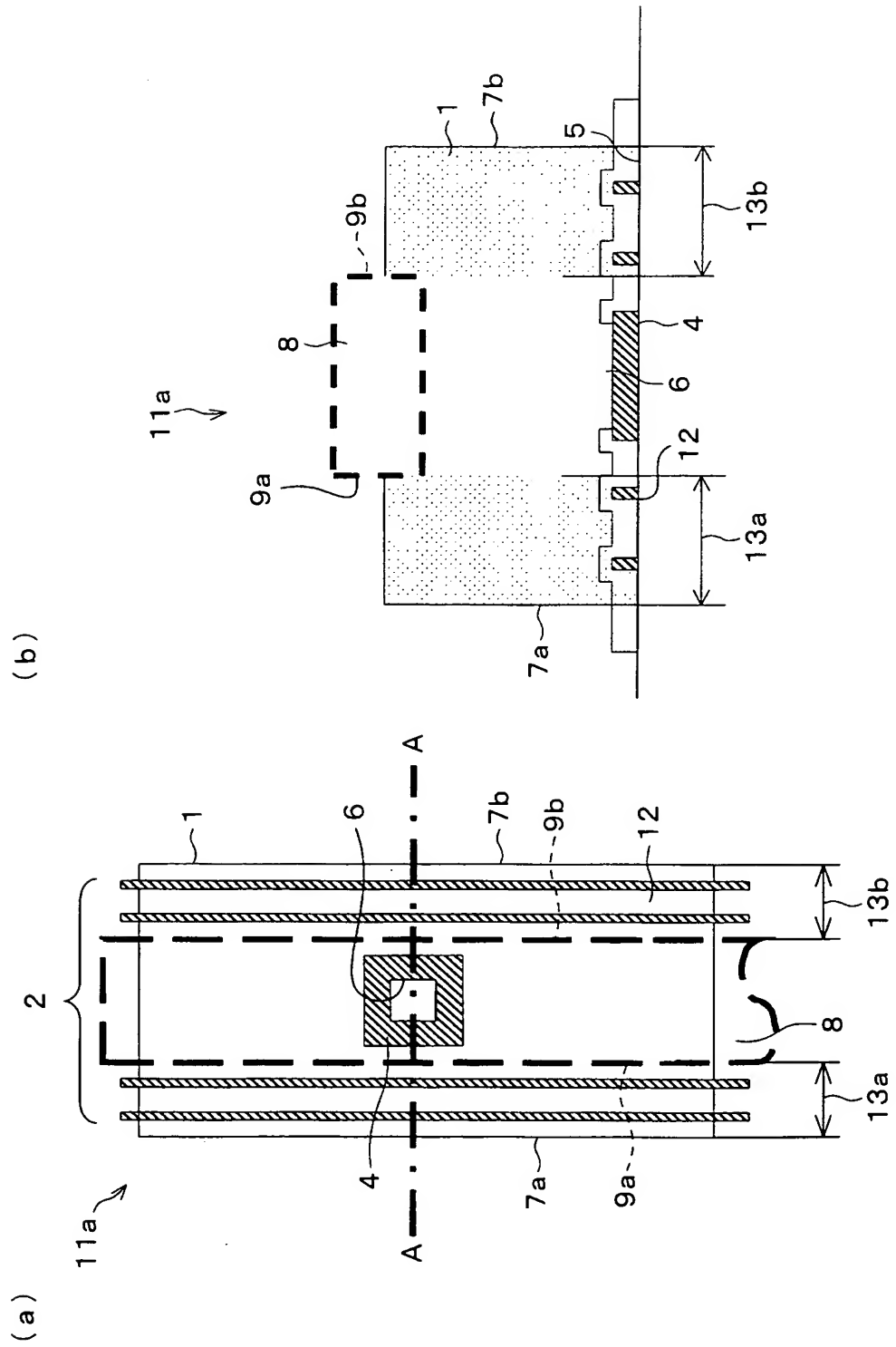
【符号の説明】

- 1 ボンディングパッド
- 2 第2配線層
- 4 パッドメタル (所定の配線)
- 5 絶縁膜

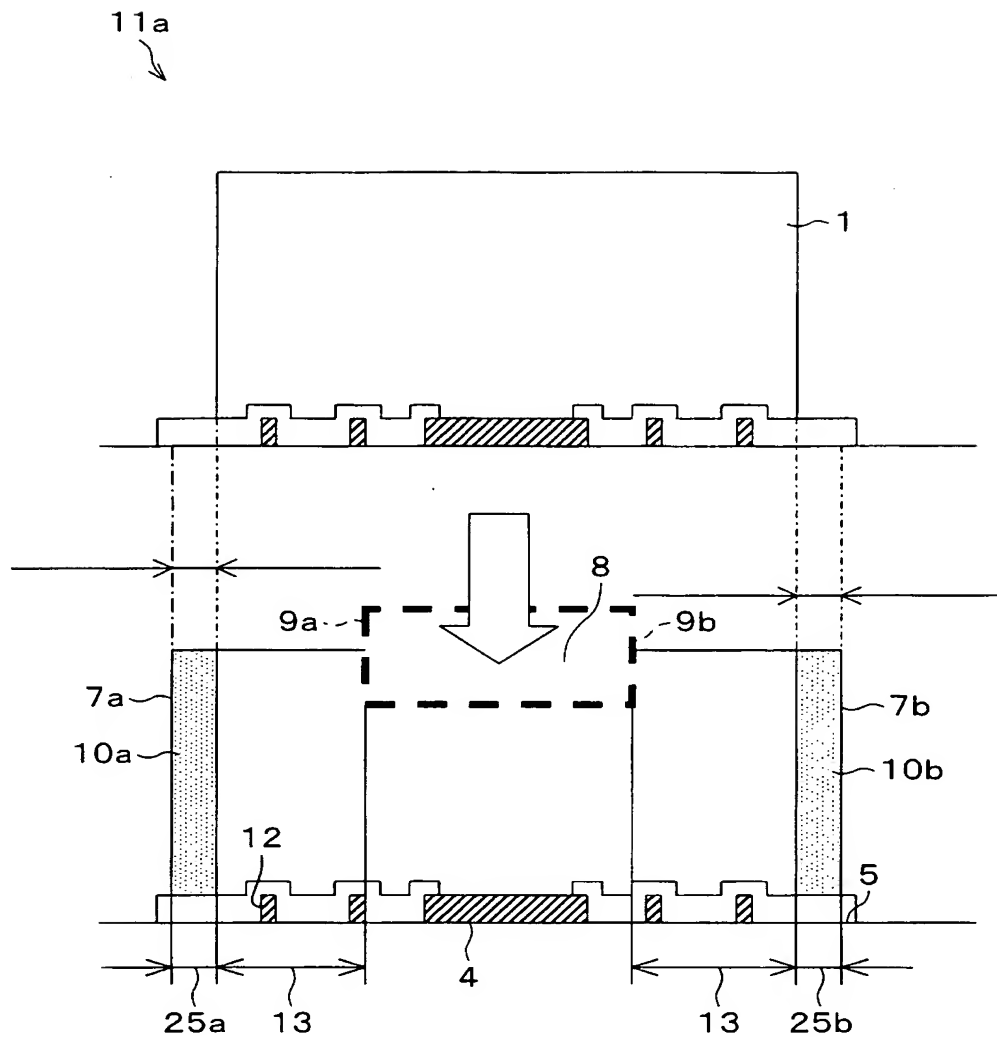
- 7 a エッジ
- 7 b エッジ
- 8 インナーリード（外部接続端子）
- 9 a エッジ
- 9 b エッジ
- 1 1 半導体集積回路（半導体装置）
- 1 1 a 半導体集積回路（半導体装置）
- 1 1 b 半導体集積回路（半導体装置）
- 1 1 c 半導体集積回路（半導体装置）
- 1 2 他の配線
- 1 4 シリコン基板（半導体基板）
- 1 5 活性領域
- 1 7 第 1 配線層
- 2 2 I T O 膜（外部接続端子）
- 2 5 a 広がり領域
- 2 5 b 広がり領域
- 2 8 a 広がり領域
- 2 8 b 広がり領域

【書類名】 図面

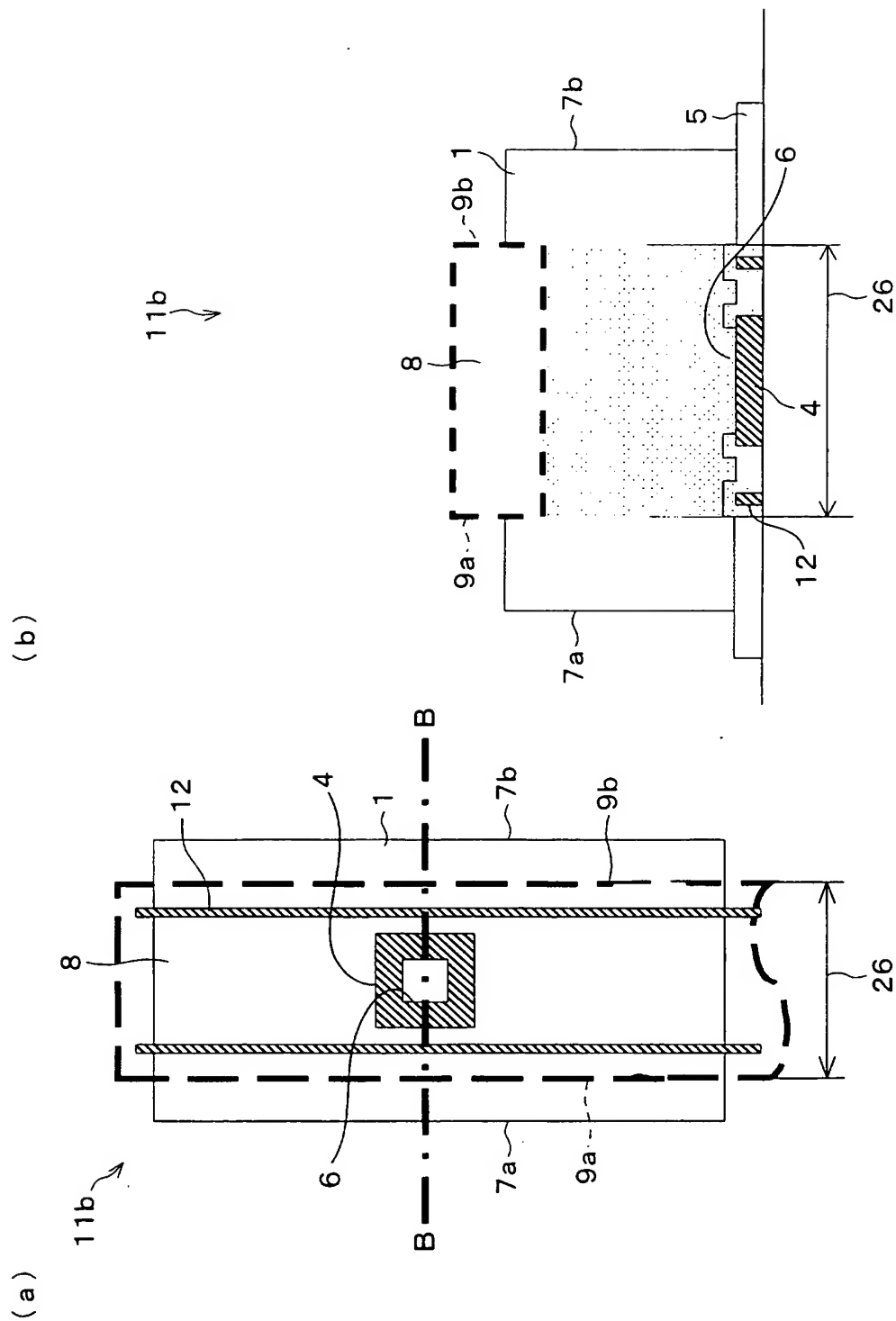
【図 1】



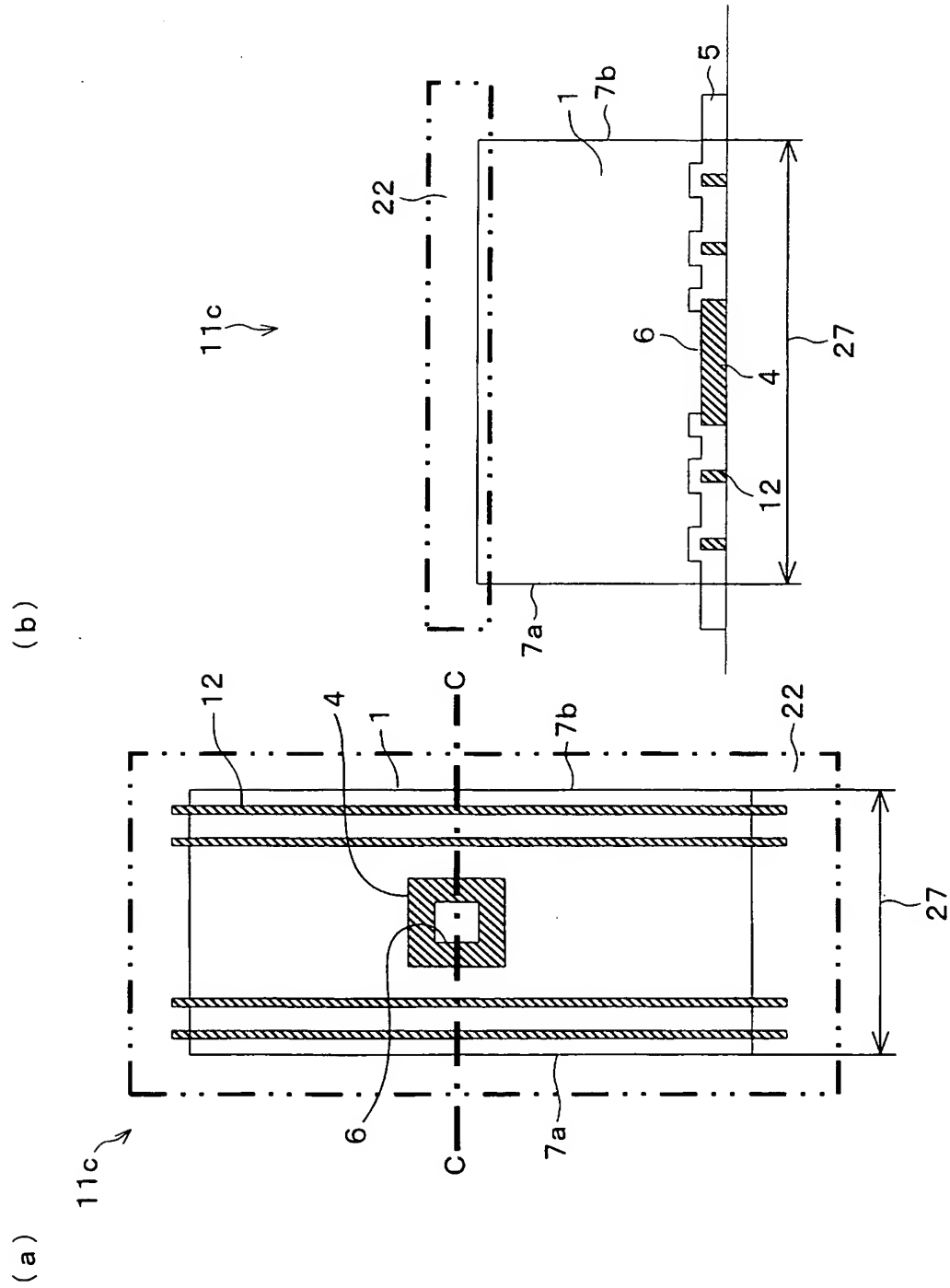
【図 2】



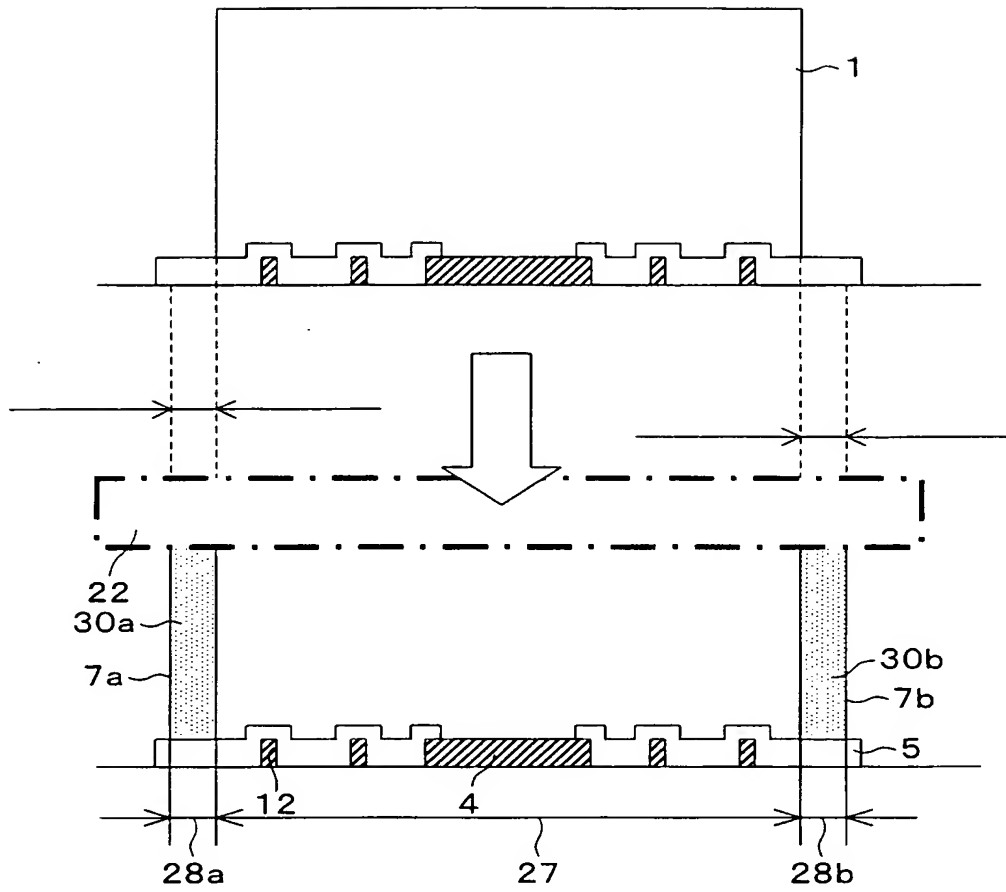
【図 3】



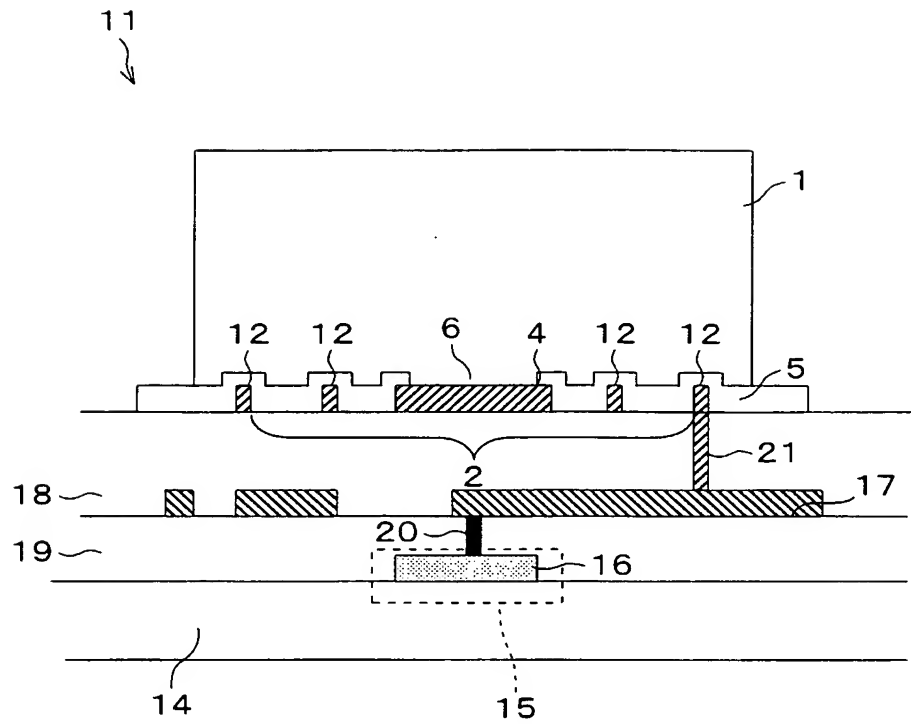
【図 4】



【図 5】

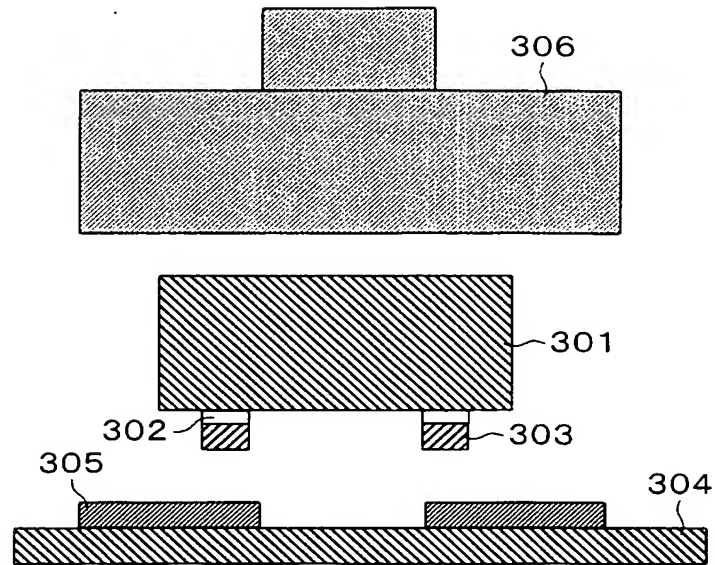


【図 6】

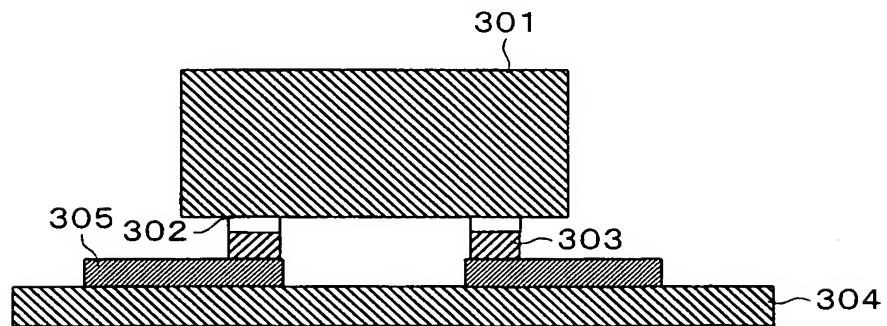


【図 7】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ボンディングパッドと第2配線層および絶縁膜との密着性が良好であり、かつ、ボンディングパッドに上方からストレスが加わっても、ボンディングパッドと第2配線層との間の絶縁膜に亀裂が入ることを回避することのできる半導体装置を提供する。

【解決手段】 半導体集積回路11aにおいて、他の配線12を、ボンディングパッド1の対向する2つのエッジ7a・7b直下やインナーリード8の対向する2つのエッジ9a・9b直下を避けて形成するようにする。一例として、他の配線12の形成可能領域を、エッジ7a・7b直下と、インナーリード8のエッジ9a・9b直下とを除いた、エッジ7a直下とエッジ9a直下との間の領域13a、および、エッジ7b直下とエッジ9b直下との間の領域13bとする。また、他の配線12上に形成する絶縁膜5を無機絶縁膜のみからなる膜とする。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 1 0 5 4 0 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 0 4 9]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号

氏 名

シャープ株式会社